
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2005/2006

April/Mei 2006

EMM 322E/3 – Noise and Vibration

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEBELAS (9)** mukasurat dan **ENAM (6)** soalan serta **DUA (2)** lampiran yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **LIMA (5)** soalan sahaja.

Lampiran A : Jadual 1 (Sifat Akustik Bahan-bahan)
Jadual 2 (Pengecilan Berkaitan Turas-turas Pemberat)

Lampiran B : Pengiraan Pengecilan Bunyi Kerana Pengadang.

Calon dibenarkan menjawab semua soalan dalam **Bahasa Inggeris** ATAU **Bahasa Malaysia** ATAU kombinasi kedua-duanya.

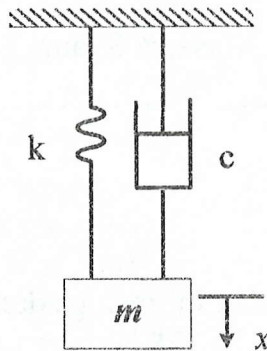
Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

...2/-

- S1. [a] Rajah S1[a] menunjukkan sistem spring-peredam-jisim dengan jisim 1 kg, kekakuan 2 kN/m dan pekali redaman 0.1 Ns/m. Jisim dikenakan anjakan awal 0.002m ke bawah dan halaju awal 0.1 m/s ke atas. Tentukan anjakan jisim selepas 2 saat.

Figure Q1[a] shows a spring-dashpot-mass system with a mass of 1 kg, stiffness of 2 kN/m and damping coefficient of 0.1 Ns/m. The mass is subjected to an initial displacement of 0.002m downward and an initial velocity of 0.1 m/s upward. Determine the displacement of the mass after 2 seconds.

(70 Markah)



Rajah S1[a]
Figure Q1[a]

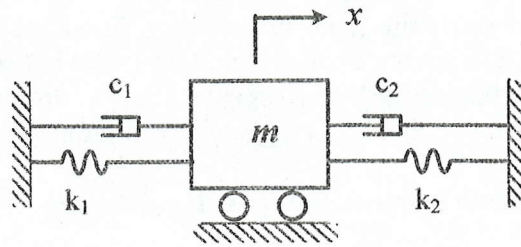
- [b] Rajah S1[b] menunjukkan jisim m yang disambungkan kepada dua peredam dengan pekali redaman c_1 dan c_2 dan dua spring dengan kekakuan k_1 dan k_2
- Lukiskan rajah badan bebas dan labelkan daya-daya yang aktif.
 - Tuliskan persamaan gerakan untuk sistem.
 - Tentukan frekuensi jati bagi kes tanpa redaman dan kes yang diredam.

Figure Q1[b] shows a mass m connected to two dashpots with damping coefficient of c_1 and c_2 and two springs with stiffeners of k_1 and k_2 .

- Draw the free-body diagram labeling all the active forces.
- Write the equation of motion of the system
- Determine the un-damped and damped natural frequency of the system.

(30 Markah)

...3/-



Rajah S1 [b]
Figure Q1 [b]

S2. [a] Sebiji motor berjisim 200 kg berputar dengan jisim tak imbang 0.5 kg dan kesipian 0.01m. Motor itu disokong oleh empat spring dan peredam. Kekakuan setiap spring ialah 4 kN/m dan pekali peredam bagi setiap peredam ialah 0.4 Ns/m. Tentukan yang berikut:

- i) Kelajuan putaran di dalam putaran seminit di mana salun boleh berlaku.
- ii) Daya maksimum menegak yang dihantar ke lantai ketika salun.
- iii) Berikan dua cadangan bagaimana daya yang dihantar ke lantai boleh dikurangkan.

A motor with a mass of 200 kg is rotating with an unbalanced mass of 0.5 kg and eccentricity of 0.01m. The motor is mounted on four springs and dashpots. The stiffness of each spring is 4 kN/m and the damping coefficient of each dashpot is 0.4 Ns/m. Determine the following.

- i) *The rotating speed in r.p.m. where resonance can occur.*
- ii) *The maximum vertical force transmitted to the floor at resonance.*
- iii) *Give two suggestions on how the force transmitted to the floor can be reduced.*

(50 markah)

...4/-

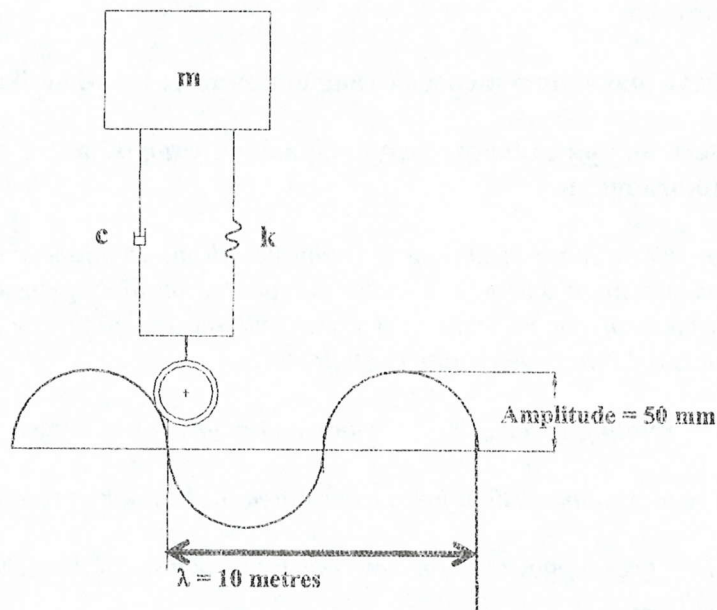
[b] Model suku kereta ditunjukkan di dalam Rajah S2[b] di bawah yang terdiri daripada jisim $m = 400$ kg, peredam dengan pekali redaman $c = 2$ Ns/m dan spring dengan kekakuan $= 20$ kN/m. Kereta tersebut bergerak di atas jalan yang beraturan yang boleh dimodel seperti gelombang dengan amplitud 0.05 m dan panjang gelombang 10 meter.

- i) Pada kelajuan berapakah anjakan menjadi maksimum
- ii) Jika kereta tersebut bergerak pada 60 km/j, tentukan anjakan kereta.

A quarter model of a car is shown in the figure Q2[b] below consisting of a mass, $m = 400$ kg, a dashpot with damping coefficient of $c = 2$ Ns/m and stiffness of 20 kN/m. The car is traveling on undulating road which can be modeled as a wave with an amplitude of 0.05 m and wavelength of 10 metres.

- i) *At what speed will the car experience the maximum vibration*
- ii) *If the car is traveling at 60 km/h, determine the amplitude of oscillations of the car.*

(50 Markah)



Rajah S2[b]
Figure Q2[b]

- S3. [a] Rajah S3[a] menunjukkan sistem dua jisim dan mempunyai pemalar-pemalar sistem seperti berikut:

$$k = 8000 \text{ N/m} \quad m = 2 \text{ kg}$$

Frekuensi jati pertama sistem telah ditentukan sebagai

$$\omega_1^2 = \frac{k}{m} = 400 \text{ (rad/s)}^2 \text{ dan pecahan mod } \chi_1 = +1 \text{ dan frekuensi jati kedua}$$

$$\omega_2^2 = 4 \frac{k}{m} = 1600 \text{ (rad/s)}^2 \text{ dengan pecahan mod } \chi_2 = -\frac{1}{2}.$$

- i) Tentukan amplitud anjakan bagi mod pertama dan kedua jika jisim pertama diuja $F = 50 \sin 30t$ oleh daya harmonik.
- ii) Lakarkan bentuk-bentuk mod jati bagi frekuensi jati pertama dan frekuensi jati kedua bagi sistem-sistem.

Figure Q3[a] shows a two-mass system and has the following system constants:

$$k = 8000 \text{ N/m} \quad m = 2 \text{ kg}$$

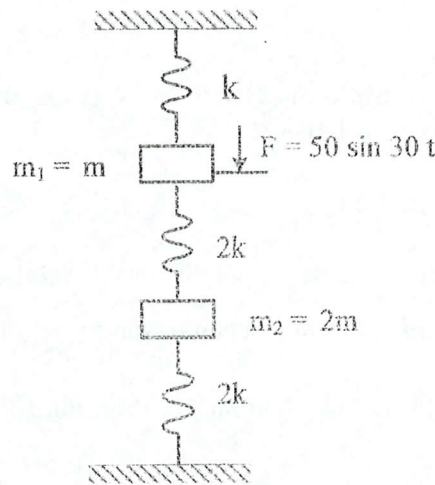
The first natural frequency of the system has been determined as

$$\omega_1^2 = \frac{k}{m} = 400 \text{ (rad/s)}^2 \text{ with the } \chi_1 = +1 \text{ and the second natural frequency}$$

$$\omega_2^2 = 4 \frac{k}{m} = 1600 \text{ (rad/s)}^2 \text{ with modal fraction } \chi_2 = -\frac{1}{2}.$$

- i) Determine the amplitudes of the first and second mode if the first mass is excited by the harmonic force $F = 50 \sin 30t$.*
- ii) Sketch the natural mode shapes of the system for the first and second natural frequency.*

(80 Markah)



Rajah S3[a]
Figure Q3[a]

- [b] Dengan menggunakan lakaran di mana boleh, jelaskan prinsip penyerap getaran dinamik dengan merujuk kepada zon di mana getaran jisim utama secara teorinya boleh dikurangkan kepada sifar.

Using sketches wherever possible, explain the principles of dynamic vibration absorber with particular reference to the zone in which the vibration of the primary mass can be theoretically reduced to zero.

(20 Markah)

- S4. [a] Menggunakan alat pengukuran bunyi, hidrof fon, paras tekanan bunyi bagi gelombang satah berfrekuensi 300 Hz yang tersebar melalui air pada 20°C adalah 120 dB. Tentukan,

- i) amplitud tekanan bunyi
- ii) amplitud halaju zarah
- iii) amplitud sesaran zarah
- iv) kadar tenaga yang dibawa gelombang melalui keluasan 10 cm²
- v) kelajuan gelombang

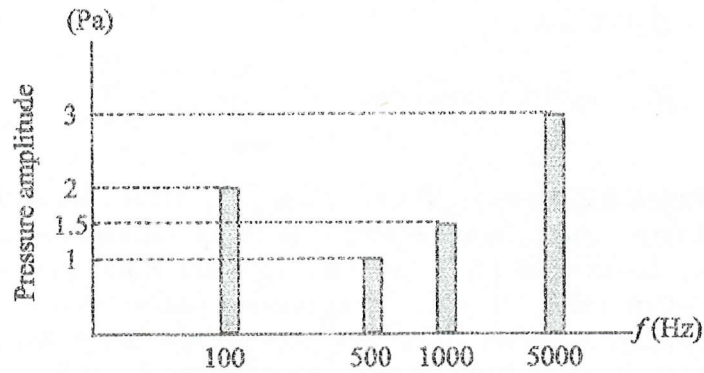
Using a sound measurement tool, hydrophone, the sound pressure level (SPL) was determined to be 120 dB for plane wave propagating at 300 Hz in water at 20°C. Determine,

- i) the sound pressure amplitude
- ii) the particle velocity amplitude
- iii) the amplitude of particle displacement
- iv) the rate of energy is carried through an area of 10 cm² by this wave
- v) speed of the wave

(40 Markah)

- b] Satu keputusan spektrum amplitud tekanan bunyi ditunjukkan dalam Rajah S4[b]. Tentukan paras tekanan bunyi dengan pemberat-A dalam dBA.

A result of the sound pressure amplitude spectrum is shown in Figure Q4[b]. Determine the A-weighted sound pressure level in dBA.



Rajah S4[b]
Figure Q4[b]

(30 Markah)

- [c] Terangkan tiga jenis sifat spektrum asas bagi hingar industri.

Explain the three basic types of the spectral character of industrial noise.

(30 Markah)

- S5. [a] Pertimbangkan dua gelombang sinus yang mempunyai amplitud, frekuensi dan panjang gelombang yang sama tetapi bergerak dalam arah yang berlawanan. Terbitkan persamaan bagi gelombang paduan yang terhasil dan terangkan interferens pada fasa yang sama ($\theta = 0$) dan pada fasa yang bertentangan ($\theta = 180^\circ$).

Consider two simple sinusoidal waves with the same amplitude, frequency and wavelength but traveling in the opposite direction. Derive an expression of the resulting wave and explain the interferences when the two waves are in-phase ($\theta = 0$) and opposite-phase ($\theta = 180^\circ$).

(40 Markah)

[b] Terangkan yang berikut.

- i) Kenyaringan
- ii) Masa gemaan

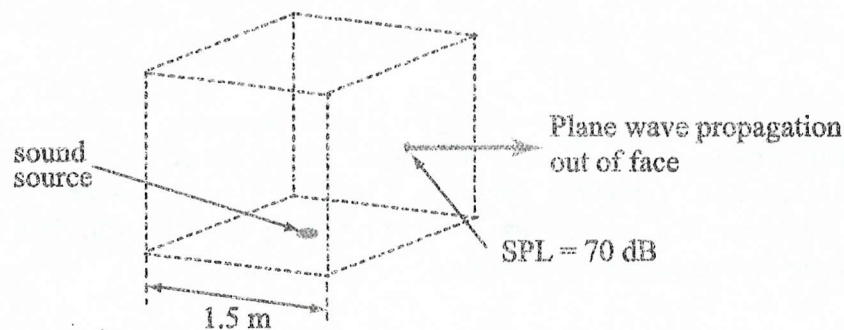
Explain the followings

- i) *Loudness*
- ii) *Reverberation time*

(20 markah)

[c] Rajah S5[c] menunjukkan skema yang dimudahkan bagi satu pengukuran kuasa bunyi. Sumber bunyi tertutup diletakkan dalam kiub khayalan berdimensi sisi 1.5 m. Seperti yang ditunjukkan pada satu permukaan kiub dalam rajah di mana pengukuran paras tekanan bunyi ialah 70 dB, anggapan dibuat bahawa semua tenaga bunyi keluar dari kiub dalam bentuk gelombang satah yang bergerak pada arah normal dengan permukaan. Jika paras tekanan bunyi pada permukaan lain adalah 68, 82, 75 dan 60, tentukan jumlah kuasa bunyi yang dihasilkan oleh sumber.

A simplified scheme for sound power measurement is shown in Figure Q5[c]. The source of sound is enclosed in an imaginary cube of the side dimension 1.5 m. It is assumed that all of the sound energy escapes the cube in the form of plane wave propagating in a direction normal to each face, as indicated for one face with sound pressure level (SPL) measurement of 70 dB on the drawing. If the SPL measurements on the other faces are 68, 82, 75 and 60 dB, determine the total sound power emitted by the source.



Rajah S5[c]
Figure Q5[c]

(40 Markah)

...9/-

- S6. [a] Berdasarkan analisis medan terus dan medan gema, tekanan punca minimum kuasa dua bunyi pada jarak r dari sumber diberikan oleh $p_{rms}^2 = W \rho_0 c_0 \left(\frac{4}{R} + \frac{Q}{4\pi r^2} \right)$, dimana W ialah kuasa bunyi dari sumber, $\rho_0 c_0$ ialah impedan ciri, Q ialah faktor pengarah dan R ialah pemalar ruang. Menggunakan persamaan ini, terbitkan ungkapan paras tekanan bunyi dalam sebutan paras kuasa bunyi. Seterusnya, terangkan dua pemerhatian penting daripada ungkapan yang diterbitkan.

Based on the analysis of the direct and reverberant fields, the root mean square sound pressure at a distance r from the source is given by

$$p_{rms}^2 = W \rho_0 c_0 \left(\frac{4}{R} + \frac{Q}{4\pi r^2} \right), \text{ where } W \text{ is sound power from the source, } \rho_0 c_0 \text{ is}$$

the characteristic impedance, Q is directivity factor and R is room constant. Using this equation, derive an expression of the sound pressure level in terms of the sound power level. Also, explain two important observations from the derived expression.

(50 markah)

- [b] Sebuah janakuasa terletak di atas tanah, 18 m dari sebuah rumah. Untuk mengurangkan kebisingan, tuanrumah bercadang membina tembok di antara janakuasa dan rumah itu. Dua pilihan lokasi dengan ketinggian tembok yang berbeza dicadangkan; (a) jarak 1 m dari janakuasa dengan ketinggian 5 m dan (b) jarak 9.5 m dari janakuasa dengan ketinggian 3 m. Diberikan jalur 1/1 oktaf paras kuasa bunyi (SWL) janakuasa adalah seperti dalam Jadual S6[b]. Bagi setiap cadangan, tentukan paras tekanan bunyi bagi setiap jalur oktaf yang sampai ke tingkap rumah berkenaan. Pilihan manakah yang memberikan pengecilan bunyi yang maksimum? Anggapkan pertengahan tingkap rumah itu 2 m dari tanah.

A generator is located on ground, 18 m from a house. To reduce noise, the owner wants to build a barrier between the generator and house. Two locations with different barrier's height are suggested; (a) 1 m from generator with 5 m barrier's height and (b) 9.5 m from the generator with 3 m barrier's height. The 1/1 octave band sound power levels (SWL) of the generator are given in the Table Q6[b]. For each choice, determine the sound pressure level for every octave band as it reaches the house's window. Which location will give the maximum noise reduction? Assume that the center of window is 2 m from the ground.

Jadual S6[b]

Table Q6[b]

f (Hz)	125	250	500	1000	2000
SWL(dB)	80	95	107	109	99

(50 Markah)

-000000000-

LAMPIRAN A

Table 1: Acoustical Properties of Substances

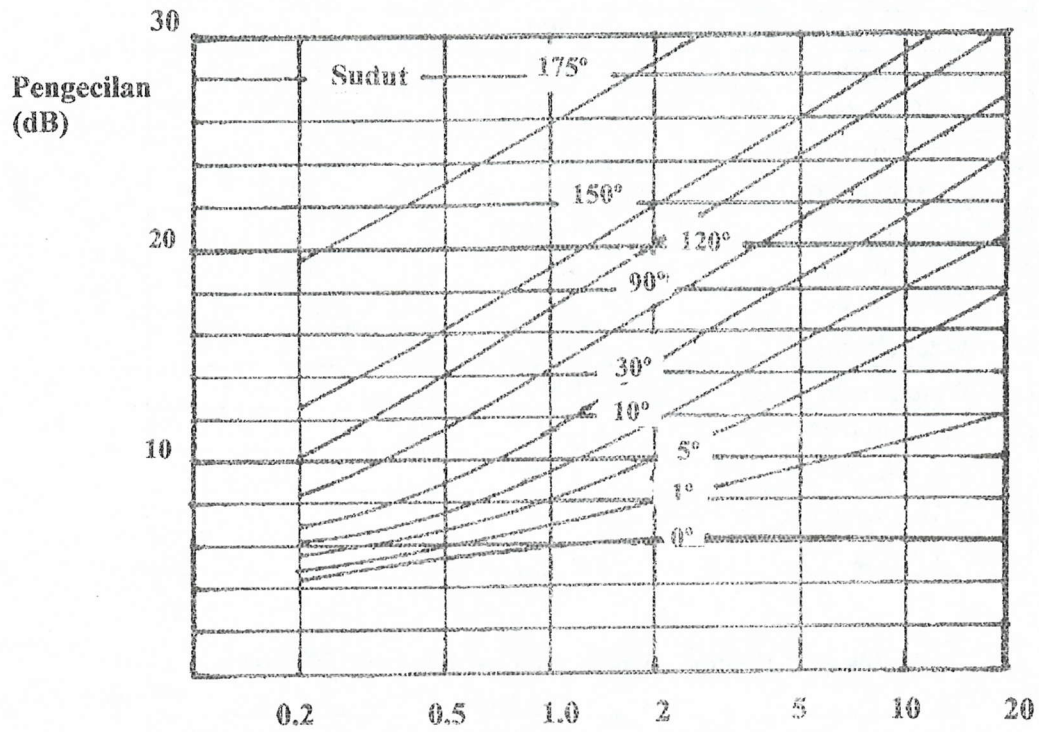
Substance	Density, ρ kg/m ³	Speed of sound, c m/s
Aluminum	2700	5200
Brass	8500	3500
Copper	8900	3500
Glass(hard)	2400	6000
Glass(soft)	2400	5000
Rubber(hard)	1100	1400
Rubber(soft)	950	1050
Silver	10500	2700
Wood	650	4300
Zinc	7100	3400
Water(fresh, 20°C)	998	1481
Water(fresh, 13° C)	1000	1441
Air(0° C)	1.293	331
Air(20°C)	1.21	343
Hydrogen(0° C)	0.09	1270
Oxygen(0° C)	1.43	317

Table 2: Attenuation associated with weighting filters

Frequency (Hz)	A weighting (dB)	B weighting (dB)	C weighting (dB)
10	-70.4	-38.2	-14.3
25	-44.7	-20.4	-4.4
50	-30.2	-11.6	-1.3
100	-19.1	-5.6	-0.3
250	-8.6	-1.3	0
500	-3.2	-0.3	0
800	-0.8	0	0
1000	0	0	0
2000	+1.2	-0.1	-0.2
2500	+1.3	-0.2	-0.3
4000	+1.0	-0.7	-0.8
5000	+0.5	-1.2	-2.0
8000	-1.1	-2.9	-3.0
10000	-2.5	-4.3	-4.4

LAMPIRAN B

Pengiraan Pengecilan Bunyi Kerana Pengadang



$$\frac{\text{Tinggi pengadang yang diambil kira}}{\text{Panjang gelombang bunyi berkenaan}} = \frac{h}{\lambda}$$